

# 汽车涂装检查返修类工艺工时核算方法

白玉, 刘立东

(一汽-大众汽车有限公司佛山分公司, 广东 佛山 528000)

**摘要:** 在汽车涂装工艺中, 由于车身漆面缺陷种类、位置、数量等因素的随机性造成缺陷返修工艺的不确定, 导致检查、返修难以准确地核算工时, 制约了后续的人员优化及效率的提升。本文利用大数据的方法追踪缺陷信息, 对检查、返修工艺进行模块化、标准化, 结合 MTM 方法核定检查返修工时, 指导后续的人员优化及效率的提升。

**关键词:** 检返工艺; 工时核算; 人员优化; 效率提升

中图分类号: TQ639 文献标志码: B 文章编号: 1007-9548(2024)05-0038-03

## Calculation Method of Workload for Inspection and Repair Process in Automobile Painting Workshop

BAI Yu, LIU Li-dong

(FAW-Volkswagen Automotive Co., Ltd., Foshan Branch, Foshan 528000, Guangdong, China)

**Abstract:** The workload calculation of inspection and repair process is the most difficult due to the randomness of defects in the automobile painting workshop. The lack of workload data restricts personnel optimization and efficiency improvement. This paper proposes a new method to calculate the workload of inspection and repair process. The author introduced the method of decomposition the process into smaller standardized models. The work time of the standardized models are calculated under the assistance of MTM and input of defect information. Afterwards, workload of every position are available and used to guide the personnel optimization and efficiency improvement.

**Key words:** inspection and repair process; workload calculation; personnel optimization; efficiency improvement

## 0 引言

降低人工工时、提高劳动生产率是生产制造行业的核心工作, 人工工时核定是此项工作的基础, 没有工时的数据, 人员编制的配置没有标准, 现场改善没有依据, 持续的优化遭遇阻碍。

涂装工艺是汽车生产过程中的重要工艺之一, 在车身喷涂油漆的过程中无法避免地会形成漆膜缺陷, 又由于缺陷产生的随机性造成缺陷返修工艺的不确定, 这是导致检查返修类工艺无法进行工时核算最主要的原因。本文利用大数据对缺陷种类、数量、位置进

行追踪, 拆分检查返修工艺, 建立 5 个标准工序及 19 个子模块。

MTM 是世界上广泛应用的时间分析方法, 它对操作过程以编码组合的方式进行时间赋值, 得到工作过程的工时。本文使用 MTM 方法对大数据分析得到的 5 个标准工序及 19 个子模块进行时间赋值, 再通过不同标准工序及子模块的重组来核定检返工时, 并用于指导后续的人员优化。

## 1 检查工艺的工时核算

### 1.1 检查工艺标准工序的建立

检查工艺主要是指操作人员用眼睛对漆膜表面进行检查的过程, 以便作出某一判断。将这一工作过程认定为一种标准工序, 并为其编码, 编码中各字母所代表的含义见图 1。

收稿日期: 2023-08-25

作者简介: 白玉(1985—), 女, 硕士, 助理工程师, 主要从事汽车涂装工时研究工作。E-mail: 344582116@qq.com。



图1 检查工艺标准工序编码及含义

### 1.2 检查工艺影响因素说明

#### 1.2.1 影响因素 1

在漆膜检查过程中,主要是使用眼睛进行的,不需要额外使用其他工具,所以在检查车身不同位置 and 不同缺陷时,这个影响因素不会发生变化。

#### 1.2.2 影响因素 2

检查的部件是检查工时中最重要的影响因素,主要影响来自以下 3 个方面:人眼与检查面的距离、待检查部件的面积<sup>[1]</sup>、车身不同区域的质量标准。基于上述 3 个方面,工时核算时引入 3 个“检查因子”。

##### 1)检查距离的影响:“距离因子”引入

在 MTM 中定义了,眼睛距离观察表面距离是 40 cm 时,那么这个直径为 10 cm 的圆形表面称之为正常视野。眼睛与检查面的距离越大,那么视野的面积也成比例地相应增大。因此引入“距离因子”来体现检查距离对时间赋值的影响。

##### 2)部件面积的影响:“面积因子”引入

在检查距离一定的前提下,检查面积越大的部件所需工时越多<sup>[2]</sup>,因此引入“面积因子”来体现部件面积对时间赋值的影响。

##### 3)质量标准的影响:“质量因子”引入

从客户角度出发,车身表面(内/外)可以被分成不同区域,不同区域的位置抱怨等级也不尽相同。用颜色进行标记,黄色为 A 区:直接可视显眼的位置;蓝色为 B 区:可目视但不显眼的位置;绿色为 C 区:有遮蔽的位置,极少使用的或者很短时间可视的位置,见图 2。



图2 车身表面不同区域的质量等级

### 1.3 检查工艺子模块时间赋值

由于检查距离、部件面积、质量标准不同可以将车身分割成 13 个部件,每个部件作为检查标准工序中的一个子模块,分别针对每个子模块引入 3 个“检查因子”,并结合 MTM 对子模块进行编码和时间赋值,结果见表 1。

表 1 检查工艺 13 个子模块时间赋值

子模块	代码	时间赋值/s
前盖外表	P-IAA	26.7
顶盖外表	P-IAB	18.9
后盖外表	P-IAC	13.5
前叶外表	P-IAD	20.1
前门外表	P-IAE	18.6
前门内表	P-IAF	12.1
后门外表	P-IAG	15.3
后门内表	P-IAH	10.8
后叶外表	P-IAI	18.0
前盖内表	P-IAJ	14.7
门框内表/前门	P-IAK	11.2
门框内表/后门	P-IAL	11.2
后盖内表	P-IAM	13.0

## 2 返修工艺的工时核算

### 2.1 返修工艺标准工序的建立

返修工艺主要是指操作人员发现漆膜表面缺陷后所进行的消除缺陷的过程。将这一工作过程的标记、打磨、抛光、擦净这个环节认定为 4 个标准工序,并为其编码。标记的编码为 PMBA,其中 P 为涂装 Painting, M 为标记 Mark, B 为影响因素 1,指使用的工具为笔, A 为影响因素 2,指难易程度。打磨的编码为 PSBA,其中 P 为涂装 Painting, S 为打磨 Sand, B 为影响因素 1,指使用的工具为打磨机, A 为影响因素 2,指缺陷打磨的难易程度。抛光的编码为 PPBA,其中 P 为涂装 Painting, 第二个 P 为抛光 Polish, B 为影响因素 1,指使用的工具为抛光机, A 为影响因素 2,指缺陷抛光的难易程度。擦净的编码为 PCB B,其中 P 为涂装 Painting, C 为擦净 Clean, B 为影响因素 1,指使用的工具为擦布及异丙醇,第二个 B 为影响因素 2,指缺陷擦净的难易程度。

### 2.2 返修工艺影响因素说明

在长期的跟踪观察中发现,在工具相同的情况下,标记、抛光、擦净 3 种操作在实际操作过程中与缺陷的种类、位置没有关联,所耗工时并不会有的差异。而打磨操作会由于缺陷种类的不同存在打磨难易的差异,直接导致工时不同。按照打磨难易程度将漆膜缺陷大致分为 3 类:A 为脏点/纤维毛/PVC 胶粒, B 为漆渣, C 为水痕。因此,针对打磨标准工序又根据缺陷种类建立 3 个子模块:A 类缺陷的打磨子模块,编码为 PSBA; B 类缺陷的打磨子模块,编码为 PSBB; C 类缺陷的打磨子模块,编码为 PSBC。

### 2.3 返修工艺子模块时间赋值

返修工艺中标记、打磨、抛光、擦净 4 个标准工序

的6个子模块,结合MTM对子模块进行时间赋值,结果见表2。

表2 返修工艺6个子模块时间赋值

子模块	代码	时间赋值/s
标记	P-MBA	1.87
抛光	P-PBA	13.4
擦净	P-CBB	4.64
打磨-脏点/纤维毛/PVC胶粒	P-SBA	6.95
打磨-漆渣	P-SBB	8.96
打磨-水痕	P-SBC	23.9

### 3 检查返修类岗位的工作负荷计算

#### 3.1 岗位模型的建立

经过对检查、返修两类工艺的时间研究,建立了检查、标记、打磨、抛光、擦净5个标准工序,并对细分的19个子模块进行了时间赋值。接下来,把上述子模块与MTM工时核算方法中的通用模块结合在一起,对现场的检查返修岗位建立岗位模型。以涂装车间修饰线顶盖/后盖返修岗为例,其节拍时间为186s,修饰线单线产能15JPH,阐述岗位模型的建立方法见表3。

表3 顶盖/后盖返修岗的岗位模型

工时模块	描述	代码	时间赋值/s
通用模块	拿取标记笔、拿取擦布、步行至顶盖	MTM代码组合	2.3
检查模块	左侧A柱/顶梁/顶盖检查	P-IAB	18.9
通用模块	支起后盖	MTM代码组合	9.9
检查模块	后盖外表检查	P-IAC	13.5
标记模块	标记缺陷	P-MBA	1.9
通用模块	行走	MTM代码	3.1
打磨模块	拿取打磨机	MTM代码	1.2
打磨模块	打磨缺陷	P-SBA	6.9
通用模块	行走、放回点水器	MTM代码组合	1.8
抛光模块	拿取抛光机	MTM代码	1.2
抛光模块	抛光缺陷	P-PBA	13.4
通用模块	行走	MTM代码	1.5
擦净模块	拿取异丙醇喷壶	MTM代码	1.1
擦净模块	擦净	P-CBB	4.6
标记模块	标记缺陷	P-MBA	1.9
通用模块	步行回工位	MTM代码	0.8
通用模块	放好异丙醇喷壶	MTM代码	0.3

#### 3.2 返修频次的输入

将顶盖/后盖返修岗的岗位模型与实际操作过程进行对比发现,两者的差异主要来源于缺陷的种类、数

量及位置,如果明确上述信息即可得到实际返修全过程。对现场实际缺陷进行了10个月的跟踪,并通过大数据对缺陷的种类、数量及位置进行整理,得出结论为:单车缺陷数量为7.5个;出现位置的概率由高到低是前盖、顶盖、后盖、右侧围、左侧围;缺陷的种类缺陷A脏点/纤维毛/PVC胶粒占比为92%。

#### 3.3 岗位工作负荷计算

将上述得到的缺陷种类、数量、位置信息作为各子模块出现的频次输入到岗位模型中,就可以得到这个岗位的操作工时,再将操作工时除以岗位节拍186s可以得到各岗位实际工作负荷,见表4。

表4 修饰线岗位工作负荷

岗位	工时/s	工作负荷/%
MA1	125.2	67
MA2	125.2	67
MA3	172.0	92
MA4	172.0	92
MA5	186.0	100
MA6	164.6	88
MA7	164.6	88
MA8	125.2	67
MA9	125.2	67
MA10	172.0	92
MA11	172.0	92
MA12	164.6	88
MA13	164.6	88

### 4 检查返修工艺工作负荷的应用

汽车车身外表面漆膜的缺陷是可以先进通过先进的设备对其进行扫描被发现的,涂装车间计划通过先进的设备扫描替代人员的肉眼检查,但在项目前期的经济性评估过程中无法确定可以优化掉的人员,也就无法测算投资回收期。通过以上描述的方法对修饰线岗位的工作负荷进行计算,同时也可以准确计算出各岗位用于检查的工作时间,见表5。外表面检查时间合计470.3s,用检查时间除以节拍时间186s,得出可优化人员为2人。

### 5 结语

本文对检查、返修两类工艺进行模块化及标准化,建立了检查、标记、打磨、抛光、擦净5个标准工序,细分出了19个子模块并进行时间赋值。结合MTM工时核算方法,以缺陷信息作为返修频次的输入,核算涂装车间修饰线岗位的工作负荷。通过对检查工时的分析计算,为自动化改造项目指明方向。(下转第54页)